

Maria Angela Tancredo Mussi

ESTUDO DA ADAPTAÇÃO DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS FUNDIDAS PARA  
CAVIDADES CLASSE I EM LIGAS DO SISTEMA COBRE - ALUMÍNIO

Dissertação apresentada à Univer  
sidade Federal de Santa Catarina, pa-  
ra a obtenção de grau mestre.

Universidade Federal de Santa Catarina

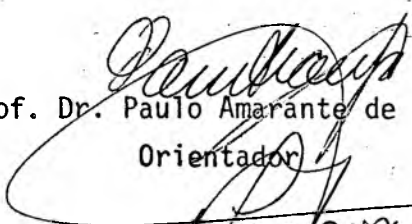
Florianópolis - setembro de 1981

## Oferecimento

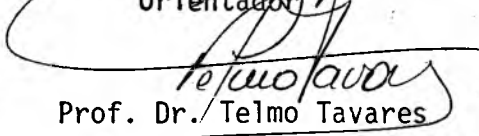
A meu marido, Carlos, pela ajuda, apoio e incentivo dados durante sua realização.

A meus filhos, Mariana, Eveline e Carlos Eduardo , na certeza de que, no futuro, compreenderão o motivo dos momentos de minha ausência.

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA  
PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE " MESTRE  
EM CIÊNCIAS " E APROVADA EM SUA FORMA  
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

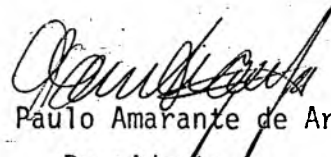


Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo  
Orientador

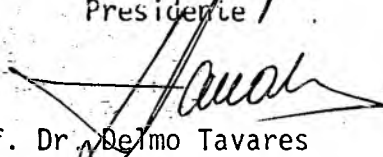


Prof. Dr. Telmo Tavares  
Coordenador no Curso em Exercício

APRESENTADA PERANTE A BANCA  
EXAMINADORA COMPOSTA DOS PROFESSORES



Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo  
Presidente



Prof. Dr. Telmo Tavares  
Membro



Prof. Dr. Jorge Seara Polidoro  
Membro

## Agradecimentos

Ao Professor Paulo Amarante de Araújo, pela orientação e transmissão de confiança na realização do trabalho.

Ao Professor Darcy Zani, pelo estímulo oferecido.

Aos Professores Lauro Caldeira de Andrade e Miroslau Casemiro Wolowski pelo acompanhamento de nossas atividades.

Ao Colega Izo Milton Zani, pela persistente colaboração nos trabalhos experimentais.

Ao Professor Gilberto de Oliveira, pelo cuidadoso tratamento estatístico dos dados experimentais.

À Professora Edêsia Koerig Tancredo, pela adequada revisão no texto do trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, em especial à disciplina de materiais dentários, pelo apoio e cessão do equipamento técnico e bibliográfico, permitindo condições de execução dos trabalhos experimentais e técnicos.

## I N D I C E

Resumo .....	01
Abstract .....	02
Introdução .....	03
Revisão Bibliográfica .....	06
Proposição .....	16
Materiais e Métodos .....	17
Resultados e Discussão .....	33
Conclusões .....	51
Referências Bibliográficas .....	53
ANEXO I .....	59
ANEXO II .....	67

RESUMO

## R E S U M O

O presente trabalho verifica a precisão de adaptação de restaurações metálicas fundidas usando-se ligas mais acessíveis do ponto de vista econômico como as ligas do sistema cobre-alumínio, comparando-as com restaurações metálicas fundidas feitas em uma liga de ouro e uma liga de prata-paládio, que são mais tradicionalmente usadas em Odontologia.

Para tal objetivo, foram confeccionados corpos de prova nas diversas ligas, empregando-se dois tipos de revestimento para fundição, um à base de gesso e outro à base de fosfato.

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- 1 - As fundições feitas com a liga de ouro foram as que comparativamente às outras apresentam uma maior precisão de adaptação, independentemente do revestimento empregado.
- 2 - Existe diferença estatisticamente significativa de adaptação entre as fundições confeccionadas com a liga de ouro, em confronto com as fundições confeccionadas com as ligas de cobre-alumínio, empregando-se qualquer um dos dois tipos de revestimento.
- 3 - Existe diferença estatisticamente significativa de adaptação das fundições confeccionadas com a liga de prata-paládio, em confronto com as fundições confeccionadas com as ligas de cobre-alumínio, empregando-se o revestimento à base de fosfato, porém empregando-se o revestimento à base de gesso, a diferença de adaptação entre as fundições não é estatisticamente significativa.

## A B S T R A C T

This dissertation investigates the accurate fit of class I inlays casted with alloys of the copper-aluminum - - system highly accessible from an economic point of view as compared to - - gold casted inlays and palladium - silver casted inlays, wich are of a more traditional use in the field of dentistry.

For the scope of this experiment, castings were bruilt from copper-aluminum alloys, gold alloy and palladium-silver alloy. Two types of investment have been employed, phosphate bonde investment and gypsum bonded investment.

The results of the experiment show that:

- 1 - In relation to the other tested castings, gold alloy castings have presented the highest accuracy of fitness, without regard to the type of investment employed.
- 2 - There is a statiscally signifficant difference, in terms of fitness, between gold alloy castings and copper-aluminum castings, regardless of the two types of investments.
- 3 - There is a statiscally signifficant difference, in terms of fitness, between palladium - silver castings and copper-aluminum castings when a gypsum investment is utilized no statiscally significant difference is shown between the two types of casting.



INTRODUÇÃO

## I N T R O D U Ç Ã O

O ouro tem ocupado, ao longo dos anos, um lugar privilegiado entre os metais, por sua raridade, sua cor e, do ponto de vista odontológico, por suas ótimas propriedades químicas e físicas, e capacidade de formar ligas em combinação com outros metais.

O desenvolvimento de técnicas para fundição das ligas áuricas, técnicas para dar acabamento às peças fundidas e para adaptá-las perfeitamente a preparos cavitários, tem feito com que tais ligas sejam olhadas como ótimo método para restaurar as partes perdidas da estrutura dental.

Todavia, os fatores de disponibilidade limitadas e de demanda mundial pelo ouro têm determinado, nos últimos anos, valores especulativos no mercado, refletidos em aumentos sucessivos no preço do metal, assim como dos constituintes de suas ligas, como a prata, a platina e o paládio.

Os fabricantes das ligas dentárias precisam comprar seus metais a preço de mercado livre e isso é refletido no que os laboratórios e os dentistas cobram por coroas, pontes e incrustações metálicas fundidas, impossibilitando às pessoas de baixa renda de terem sua saúde oral convenientemente restituída.

Em decorrência disso, pesquisadores de todo o mundo, principalmente do Japão, Alemanha e Estados Unidos, têm-se voltado para a procura de novas ligas de metais semipreciosos, que possam vir a substituir as ligas de metais nobres.

Não são a dentística ou a prótese tem interesse nos estudos

dessas ligas de baixo custo, mas também a odontopediatria, pois o uso de restaurações metálicas e de coroas totais fundidas tem sido preferido às técnicas tradicionais de restaurações, como o uso de coroas pré-fabricadas de aço inoxidável, por muitos profissionais da área, por diversos motivos, os quais decorrem de experiências clínicas e de trabalhos de vários autores. Dentre eles podemos citar:

QUIRINO DOS SANTOS <sup>(32)</sup> (1967), que sempre foi um grande batalhador pela utilização de restaurações metálicas fundidas em ligas de baixo custo, relatou uma experiência bem sucedida de quase trinta anos, empregando uma liga de prata-paládio em tratamento de crianças.

GOTO E COLABORADORES <sup>(15)</sup> (1970) avaliaram o comportamento de 250 coroas metálicas pré-fabricadas, cimentadas em 64 pacientes de dois a nove anos de idade, por um período de 30 a 1.637 dias. Dizem os autores que, apesar do uso da mais correta técnica na colocação dessas coroas, não houve sucesso quanto à adaptação marginal em 115 casos e em 50 casos apareceram gengivites. Em nenhuma das 250 coroas conseguia-se uma relação oclusal satisfatória.

CHELOTTI <sup>(4)</sup> (1972) estudou o comportamento de coroas de aço inoxidável pré-fabricadas e observou a ocorrência de manchas de corrosão, além de diversas alterações dimensionais e afecções gengivais.

MEYERS <sup>(24)</sup> (1975) analisou 47 crianças de quatro a doze anos de idade portadoras de coroas de aço pré-fabricadas e notou que mais de 50% de dentes restaurados por essa técnica apresentavam a gengiva inflamada, associada a defeitos das coroas.

CORREIA E COLABORADORES <sup>(6)</sup> (1977) realizaram trabalho sobre dentística restauradora em odontopediatria, no qual recomendam o uso de restaurações metálicas fundidas com ligas de baixo custo na restauração de dentes decíduos ou mesmo permanentes de criança, em substituição às coroas de aço inoxidável pré-fabricadas usadas em odontopediatria, por causarem elas problemas periodontais e de oclusão.

TOLEDO \*, VONO \* E PAVARINI \* (1980) foram unânimes em reconhecer a importância da utilização de restaurações fundidas em ligas metálicas sempre que se deseje realizar uma odontologia restauradora de melhor padrão em crianças.

JANSON \* (1980) chamou a atenção para os problemas do uso de coroas de aço inoxidável pré-fabricadas em crianças, podendo provocar perturbação da normal evolução do aparelho estomatognático, numa fase em que os dentes decíduos e os primeiros molares assumem a maior importância como guias da oclusão definitiva dos pacientes.

Dentro da odontologia existe, então um vasto campo, onde as ligas de baixo custo estão sendo ou podem vir a ser usadas. O preço do metal, porém, é somente uma parte do custo total da restauração. Ele sozinho nunca pode justificar a substituição de uma liga preciosa.

Portanto, se uma liga de metais básicos está para ser usada em lugar de uma liga de metais nobres, é imperativo que suas propriedades químicas, físicas e biológicas se igualem ou excedam às daquelas dos sistemas preciosos. Dessas propriedades, para autores como CUSTER e COLABORADORES (7), DALE & MOSER (8), PAFFENBARBER (28), SUFFERT (40), entre outros, a precisão de adaptação é um dos requisitos mais significativos.

À vista dessas informações, achamos que seria de grande valia uma verificação da capacidade de adaptação de ligas mais acessíveis economicamente e, principalmente, de algumas ligas à base de cobre e alumínio que vêm despertando a atenção da odontologia no momento; em uma investigação que as comparasse com outras ligas mais tradicionalmente usadas; utilizando-se um método de avaliação, simples e objetivo, como o empregado por CUSTER E COLABORADORES (7), MALUF (23) e VERGÉ (45).

---

(\*) Comunicação Pessoal, 1980.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica realizada para concretizarmos trabalho foi orientada conforme os seguintes tópicos:

- 1 - Precisão de Adaptação das Fundições;
- 2 - Interesse pelas Ligas de Cobre Ditas Sucedâneas de Ouro;
- 3 - Compatibilidade Biológica das Ligas de Cobre.

### 1 - Precisão de Adaptação das Fundições

Desde o século XVI, as fundições vêm sofrendo aprimoramento, como o uso de revestimento e de modelos de cera. Isto, no entanto, restringia-se ao campo artístico<sup>(27)</sup>. Somente em 1907, TAGART<sup>(41)</sup>, pioneiramente, fez uso de técnicas de fundição na profissão odontológica, sem se preocupar com a precisão de adaptação.

LANE<sup>(21)</sup> (1909) pesquisou as razões das alterações dimensionais das fundições, atribuindo-as ao fenômeno de contração que o metal sofre ao passar do estado líquido para o sólido. Realizou, então, fundições num molde de revestimento que continha sílica e aquecido a 650°C. Graças à expansão do revestimento, conseguiu incrustações de dimensões bem mais próximas às das cavidades para as quais haviam sido preparadas.

VAN HORN<sup>(44)</sup> (1912) e COOLIDGE<sup>(5)</sup> (1914) relataram, após a execução de pesquisas, que a principal causa de falhas numa fundição estava no padrão de cera, razão pela qual, além da expansão ter

mica do revestimento, usaram a expansão do padrão para conseguir incrustações dimensionalmente corretas e bem adaptadas.

Opinião contestada por BAUM (3), através de trabalho publicado em 1964, onde afirmou que a cera, quando trabalhada corretamente, produz um padrão isento de distorções.

SUFFERT E MAHLER (40) (1955), no entanto, afirmaram que: " Quando se julga a adaptação de uma fundição, a validade dos resultados está ameaçada. Por diversos fatores, a peça fundida resultante não pode ser melhor que o padrão de cera "

FUSAYAMA E IDE (12) (1960) relataram resultados sobre a contração de fundição de ligas dentárias, incluindo entre elas uma de cobre. Concluíram que a contração de fundição da liga de cobre por eles estudada, era comparada com a de ligas de ouro.

FUSAYAMA E COLABORADORES (13) (1964) preocupados com as propriedades das ligas de cobre que estavam surgindo como sucedâneas do ouro, verificaram a precisão do ajuste de próteses parciais fixas e peças unitárias feitas com tais ligas.

Apresentaram, como resultado da pesquisa, que as peças unitárias com portavam-se melhor que as próteses fixas com mais de um elemento.

TETERUCK E MUNFORD (43) (1966) estudaram a adaptação de certas ligas odontológicas, como: Micro-Bond Platinum; Ney 63 Gold e Cerâmico nº 1 Alloy. Relataram que todas as fundições avaliadas no trabalho tinham suas medidas menores que as medidas correspondentes da matriz.

VERGE (45) (1967) propôs um método, com o qual conseguia peças fundidas, cujas dimensões se aproximavam ao máximo das dimensões da matriz. Os três importantes fatores envolvidos na técnica de fundição foram avaliados experimentalmente por ele:

- 1 - CERA - Estudou a porcentagem de contração de várias marcas de cera, variando o tempo ocorrido entre a confecção do modelo e sua inclusão no revestimento.
- 2 - REVESTIMENTO - Determinou a expansão total, isto é, expansão térmica mais expansão de presa, do revestimento cristobalite da Kerr, a uma temperatura de 700°C.
- 3 - LIGA - Segundo o autor, de acordo com a equação teórica: " Contração da Cera + Contração da Liga = Expansão de Revestimento ", podem-se obter fundições com dimensões desejáveis, fazendo-se uma combinação ideal dos materiais.

Verificou então, a precisão da adaptação de fundições feitas com 04 diferentes ligas de ouro, utilizando-se da equação acima citada, isto é, usando o revestimento e a cera mais adequada para cada liga.

Observando-se os resultados atingidos no referido trabalho, percebe-se que todos os corpos de prova apresentam suas medidas inferiores às medidas da matriz.

ASGAR (2) (S.d.), em consequência de pesquisas realizadas, disse que, em geral, as fundições com metais básicos, se adaptam de maneira insuficiente, porém isso não significa que após várias tentativas, o profissional não possa obter fundições clinicamente aceitáveis. Conclusivamente, um profissional com pouca experiência, pode ser obrigado a realizar uma ou mais fundições para obter uma aceitável.

SAVER (33) (1973) disse que o poder que possui uma liga de reproduzir um molde através de sua fundição, está na dependência de:



- 1 - Escoamento livre da liga.
- 2 - Reprodução exata de áreas marginais e detalhes.
- 3 - Reprodução de superfícies lisas e polidas.
- 4 - Coeficiente de contração.

Por sua vez, esses fatores estão relacionados com as seguintes condições:

- 1 - Gravidade específica da liga.
- 2 - Temperatura de aquecimento do molde.
- 3 - Temperatura de fundição.
- 4 - Máquinas de fundição.
- 5 - Condições do conduto de alimentação do molde (forma, comprimento, calibre, direção).
- 6 - Características do molde.
- 7 - Reação da liga fundida com o revestimento (rugosidade de superfície).

MALUF (23) (1973) apresentou uma pesquisa sobre algumas variáveis relacionadas com fundição, no que se refere ao ajuste e à alteração dimensional de um bloco fundido esquemático tipo classe I.

Estas variáveis se referiam: à fluidez de cera quando do ato de sua inserção na cavidade; à temperatura de inclusão do padrão de cera; aos tipos de revestimentos para o preenchimento do anel; à decapagem, comparando os blocos quanto ao ajuste, antes e depois de de

capados.

Os resultados mostraram que todos os corpos apresentavam-se contraídos, isto é, com dimensões inferiores à cavidade que lhes deu origem.

A pesquisa demonstrou que todas as variáveis por ele testadas, com exceção da fluidez da cera, têm influência no ajuste e alteração dimensional das fundições.

GOURLE (16) (1975) comparou ligas comerciais de metais semipreciosos e não preciosos com ligas de ouro tipo IV. Observou, entre outros fatores necessários ao sucesso clínico de uma coroa ou ponte, a precisão de adaptação à cavidade. Disse que as fundições feitas com ligas de ouro eram as que melhor se comportavam.

DALE & MOSER (8) (1977) testaram "in vitro" 05 ligas semipreciosas, no que se refere ao ajuste; à adaptação marginal; à facilidade de polimento; à tendência à corrosão.

Os resultados do trabalho asseguram que tais ligas têm um lugar na confecção de fundições simples, como substitutas das ligas de ouro tipo III e IV.

As ligas testadas foram as seguintes: ALBORIUM; FORTICAST; PALADIUN 3; STERN GOLD 66 e WILLIAMS WLM.

## 2 - Interesse pelas Ligas de Cobre Ditas Sucedâneas do Ouro

Um dos problemas que mais tem preocupado os pesquisadores e profissionais de Odontologia é o aumento constante do preço do Ouro, já que as ligas ditas nobres são compostas basicamente de Ouro e Platina, obedecendo as especificações nº 5 da American Dental Association <sup>(1)</sup> e nº 7 da Federation Dental International <sup>(10)</sup>, que exigem conteúdos mínimos desses metais nos 04 tipos de ligas indicadas para uso odontológico.

Assim, os pesquisadores têm-se voltado para a procura de novas ligas que possam vir a substituir essas ligas nobres, promovendo, inclusive, soluções a problemas de natureza sócio-econômica, provocados pela discordância existente entre o pequeno poder aquisitivo dos pacientes necessitados de tratamento odontológico e o elevado custo das ligas de ouro.

Já em 1915 os trabalhos de HARNACK <sup>(17)</sup> e SILBERMANN <sup>(34)</sup> indicam a busca de ligas metálicas que possam ser usadas satisfatoriamente como substitutas das ligas de Ouro em Odontologia.

TAYLOR <sup>(42)</sup> (1931) relatou que naquele ano o National Bureau of Standards e a American Dental Association Research Commission investigaram uma liga metálica vendida sob o nome de "Ouro Postiço". Uma análise dessa liga revelou que possuía 86,9% de cobre; 9,8% de alumínio; 2,0% de estanho. Depois dessa publicação, o "Ouro Postiço" desapareceu do comércio, reaparecendo em 1943 com outro nome e com uma pequena diminuição na porcentagem de estanho.

SOUDER <sup>(39)</sup> (1934) escreveu sobre 15 anos de pesquisa em Odontologia, dizendo que na Alemanha, naquela época, já se usavam restaurações fundidas com ligas de metais não áuricos.

PAFFENBARGER E COLABORADORES <sup>(28)</sup> (1943) falaram sobre a grande preocupação da época em encontrar substitutos para as ligas de ouro. Analisaram diversas ligas de metais comuns, comercializados na época.

Disseram que: " para justificar seu uso, as ligas de metais não nobres necessitam apresentar condições melhores ou iguais às ligas de metais nobres ".

FUSAYAMA <sup>(11)</sup> (1956) relatou os resultados clínicos de estudo sobre várias ligas odontológicas como: liga de ouro tipo IV e III; ouro 14 quilates; ligas de prata-paládio e 02 ligas de cobre. Concluiu que as ligas de cobre com cor de ouro possuíam propriedades físicas e técnicas comparáveis com as ligas de ouro e que a cor áurica de tais ligas se devia ao conteúdo de alumínio nas mesmas.

NAGAI <sup>(26)</sup> (1959), no 51º Congresso Dental de Filipinas, apresentou um trabalho de pesquisa sobre o comportamento de metais na cavidade oral.

Dentre os metais testados foram incluídas ligas de cobre. Afirmou, neste sentido, que as ligas de cobre não produziam qualquer efeito danoso ao organismo humano.

FUSAYAMA E COLABORADORES <sup>(14)</sup> (1965) observaram o comportamento de uma liga de cobre durante 10 anos de uso clínico. Concluíram que tal liga possuía boas propriedades físicas, não perdia o brilho e não causava efeitos deletérios, comparada com outros materiais de restauração.

MACKEN & SMITH <sup>(22)</sup> (1966) citaram que, depois que se conseguiu um método prático para obtenção de alumínio em 1886, verificou-se que adições desse elemento ao cobre resultava num metal de coloração semelhante ao ouro. Admitiram os autores que tais ligas de cobre e alumínio começaram a ocupar o lugar de destaque que merecem, pois além de possuírem excelente resistência à corrosão, apresentam elevada resistência mecânica.

SIMONETTI (36) (1977) apresentou um trabalho, afirmando que: " Ligas do sistema de cobre-alumínio, formuladas de acordo com as especificações estabelecidas pelo Comitê de Coordenação das Indústrias de Metais Não Ferrosos da Comunidade Européia, foram testadas quanto às propriedades mecânicas ". Os resultados conseguidos asseguram o emprego odontológico das ligas estudadas.

PORTO \*, GABRIELLI \*, MONCELLI \* E GREENER \* disseram que algumas ligas constituídas basicamente de cobre e alumínio vêm sendo por eles utilizadas experimentalmente. Afirmam que essas ligas apresentam resultados aceitáveis em alguns pacientes, sofrendo, no entanto, alterações de cor em outros.

---

(\*) Comunicação Pessoal, 1979.

### 3 - Compatibilidade Biológica das Ligas de Cobre

As ligas de cobre, apesar de já estarem em uso odontológico há muitos anos, sempre trouxeram consigo o estigma de serem nocivas ao organismo.

Em 1936, muitos países passaram a proibir o uso de ligas de cobre em restaurações orais, em decorrência da afirmação de PREISSECKER <sup>(31)</sup> (1936) que disse haver ocorrido muitos casos de envenenamento por cobre, quando ligas deste metal eram usadas.

KASE <sup>(20)</sup> (1937) falou que o uso de ligas odontológicas à base de cobre tem necessitado aprovação profissional, pois a suspeita de serem tóxicas é persistente.

No entanto, como o progresso da tecnologia, especificamente da farmacologia, foram aparecendo trabalhos contrários a esses, como os de:

HASASHI <sup>(18)</sup> (1949) que relatou que certos casos de envenenamento entre os mineiros, atribuídos ao cobre ou zinco, eram agora comprovadamente conhecidos como causados pelo arsênico ou chumbo contidos no minério.

HEYROTH <sup>(19)</sup> (1954) e SOLLMAN <sup>(38)</sup> (1957) disseram que uma certa quantidade de cobre metálico, longe de ser perniciosa ao organismo, é necessária à produção de hemoglobina.

FUSAYAMA <sup>(11)</sup> (1956) publicou os resultados de uma experiência na qual mediu a quantidade, em peso, da liga de cobre perdida num período de 24 horas, por unidade de área. Fez uso no trabalho de uma base dentadura feita com a liga experimental. Concluiu que a perda diária da liga correspondia a 1/5 das necessidades orgânicas de cobre.

EICHHORN (9) (1969) escreveu que o teor médio de cobre nos alimentos é admitido como sendo cerca de 3 mg por quilograma. Nesses teores, o cobre pode ser ingerido sem causar danos à saúde; que o indivíduo médio possui normalmente de 116 a 150 mg de cobre em seu organismo. Isto corresponde a um valor médio de 2,5 mg para cada quilograma de peso corpóreo, valor que pode ser mais elevado no caso de crianças.

SIMONETTI (35) (1975) confirmou os resultados obtidos por NAGAI (26), de que as ligas de cobre em meio bucal tornam dissolutos 0,034 mg/cm<sup>2</sup> por dia.

Afirmou ainda que: " No que se refere à compatibilidade biológica, as ligas de cobre-alumínio estudadas podem ser consideradas seguras para uso odontológico ".

PROPOSIÇÃO



## PROPOSIÇÃO

Considerando a pesquisa bibliográfica realizada sobre a adaptação de restaurações metálicas fundidas e a relevante importância deste ajuste na qualidade destas restaurações, o nosso trabalho propõe-se a verificar a adaptação de peças fundidas para cavidades de classe I de Black.

1 - Empregando-se um revestimento para fundição com aglutinante à base de gesso (Cristobalite) ou com aglutinante à base de fosfato (Biovest) e:

1.1 - Comparando-se o comportamento de uma liga de ouro com o comportamento das ligas Duracast e Idealoy;

1.2 - Comparando-se o comportamento da liga Prataður com o comportamento das ligas Duracast e Idealoy.

MATERIAIS E MÉTODOS

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 1 - MATERIAIS

Para alcançarmos as proposições deste trabalho, fizemos uso dos seguintes materiais:

#### 1.1 - LIGAS

- a - STABILOR G - liga de ouro odontológica extra dura. Fabricada por Ourovião, Comércio de Metais Nobres Ltda. Segundo seu fabricante possui:

Ponto de Fusão: entre  $940^{\circ}\text{C}$  a  $860^{\circ}\text{C}$

Dureza Vickers ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 170 a 275

Resistência à tração ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 40

Alongamento : 30%

- b - PRATADUR - liga de prata-paládio com 75% de prata. Fabricada por Ourovião, Comércio de Metais Nobres Ltda. Segundo seu fabricante possui:

Ponto de Fusão : entre  $850^{\circ}\text{C}$  a  $900^{\circ}\text{C}$

- c - IDEALLOY - liga de cobre-alumínio com mais de 80% de cobre, menos de 10% de alumínio e contendo também ferro, silício, zinco e traços de estanho, manganês e níquel. Fabricado por Metalloy Comércio de Artigos para Prótese Ltda, Distribuidor Labordental Ltda - SP. Segundo seu fabricante possui:

Ponto de Fusão :  $950^{\circ}\text{C}$

Dureza Vickers ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 197

Resistência à tração ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 43,2

Alongamento : 9,7%

- d - DURACAST M.S. - liga de cobre-alumínio com cerca de 80% de cobre, menos de 10% de alumínio, ferro, níquel, manganês e traços de silício e fósforo.

Fabricada por Marquart & Cia Ltda

Segundo seu fabricante possui:

Dureza Brinel ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 121

Resistência à tração ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) : 63

Alongamento : 18%

## 1.2 - REVESTIMENTOS

- a - Revestimento com aglutinante à base de fosfato, BIOVEST, (Fig. 1), fabricado por Dentsply Internacional In USA.

- b - Revestimento com aglutinante à base de gesso, CRISTOBALITE (Fig. 1), fabricado por Kerr Indústria e Comércio Ltda - SP.



FIGURA 1 - a) Revestimento Biovest pó; b) Revestimento Biovest líquido; c) Revestimento Cristobalite; d) Revestimentos acondicionados em sacos plásticos previamente pesados.

1.3 - Cera para incrustação, azul regular tipo II, fabricado por Kerr Indústria e Comércio Ltda - SP

1.4 - Isolante ISOLIT e redutor de tensão superficial WAXIT, fabricados por Degussa, Alemanha, distribuído por Ourovião, Comércio de Metais Nobres Ltda - SP

1.5 - Tira de Amianto, fabricado por Kerr Indústria e Comércio Ltda - SP.

## 2 - DISPOSITIVOS E INSTRUMENTOS

2.1 - TROQUEL METÁLICO (Figs. 2 e 3), fabricado em aço inoxidável com as seguintes características:

Cavidade esquemática tipo classe I, com um diâmetro correspondente à parede pulpar medindo 8 mm; o correspondente à face oclusal com 8,3 mm; à altura com 2 mm e o ângulo de inclinação das paredes de  $5^{\circ}$ , sendo uma cavidade expansiva no sentido da parede pulpar para a oclusal.



FIGURA 2 - Troquel Metálico usado para a confecção do padrão de cera.

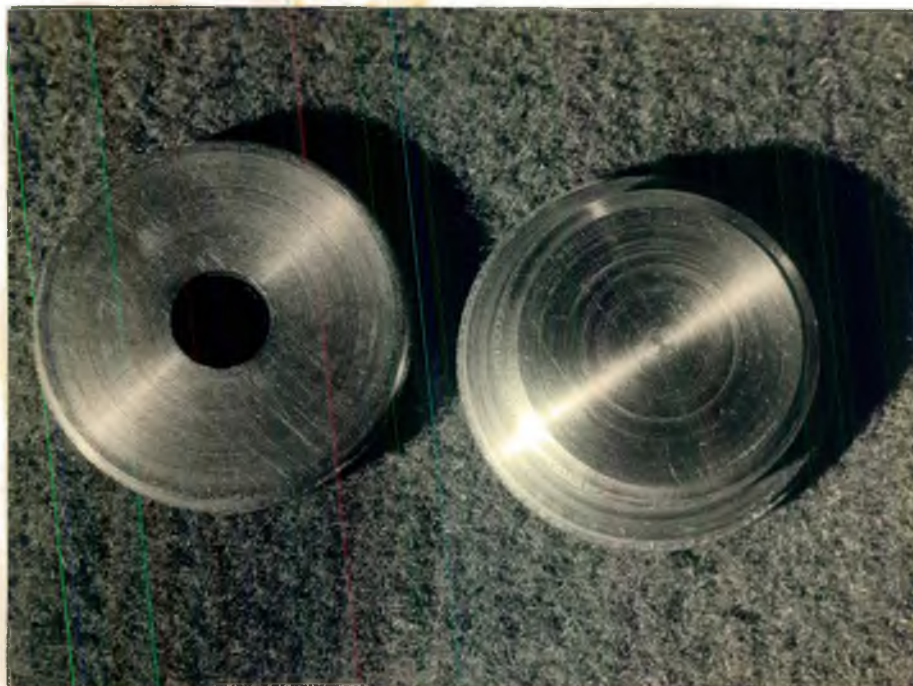


FIGURA 3 - Troquel Metálico usado na confecção do padrão de cera.

2.2 - Anéis Metálicos para fundição, com 3,5 cm de altura e 3,0 cm de diâmetro.

2.3 - Base formadora de cadinho de borracha, fabrica por Polident-tal.

2.4 - Agulha Hipodérmica de 2,0 mm de diâmetro, cortadas em 2,5 cm de comprimento, para servir de pino formador de conduto de alimentação.

2.5 - Lente de Aumento.

2.6 - Lâmina de aço inoxidável usada na escultura do padrão de ce  
ra.

2.7 - Pipeta de 1cc e Proveta de 20 cc.

2.8 - Lamparina a Álcool.



### 3 - APARELHOS

- 3.1 - Forno para alimentação de cera e estufagem do revestimento , VER ELEKTRO, fabricado por Bad Frankenhausen Kyffh, procedente da Alemanha Oriental.
- 3.2 - Espatuladora e inclusora à vácuo (FIG. 4), fabricado por WHIP-MIX Corporation, Louisville.



FIGURA 4 - Máquina Espatuladora e Inclusora  
à Vácuo

3.3 - Relógio micrométrico (FIG.5), fabricado por TESA, Suíça.

3.4 - Maçarico de Gás-ar.

3.5 - Máquina de fundição por centrifugação mecânica, fabricado por J. Safrany - São Paulo

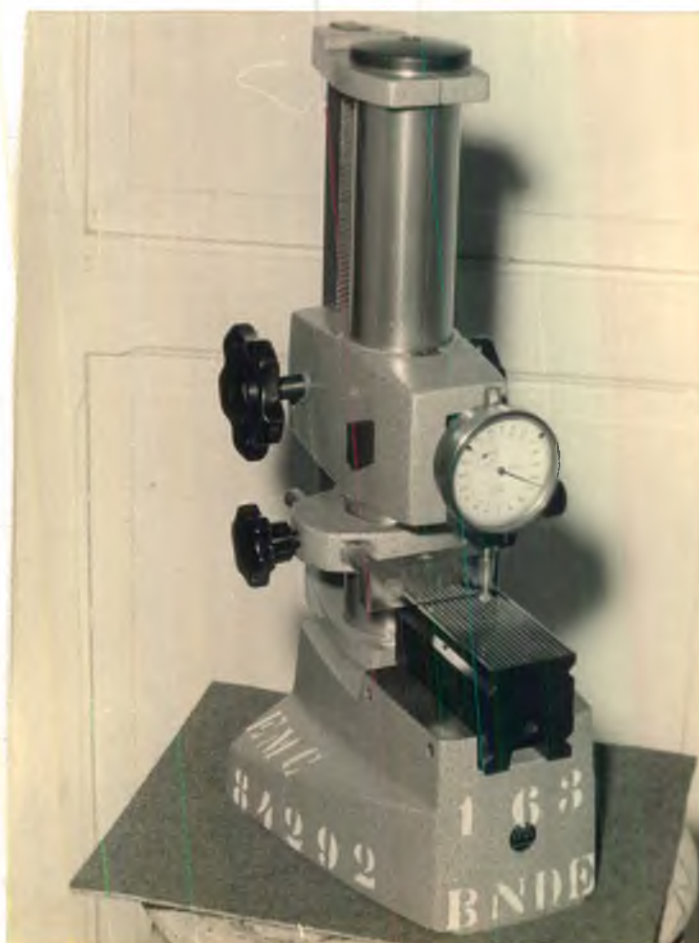


FIGURA 5 - Relógio micrométrico

#### 4 - MÉTODOS

Durante uma fase de experimentos preliminares para o trabalho, foram confeccionadas mais de 300 peças fundidas, empregados tipos diferentes de revestimento, variando também a temperatura do forno.

Essa etapa teve por objetivo permitir o reconhecimento dos procedimentos técnicos de trabalho e a familiarização com os materiais envolvidos na pesquisa.

Encerrada essa fase, tendo-se adquirido o necessário domínio técnico, iniciaram-se as atividades da pesquisa, sendo realizadas 80 fundições, sendo que para cada grupo de 20 foi usada uma das diferentes ligas, objeto da pesquisa e destas, 10 foram feitas com o revestimento CRISTOBALITE e 10 com o revestimento BIOVEST.

Para compensar a contração das ligas, optou-se, para todo o experimento, pela técnica da expansão térmica do revestimento <sup>(35)</sup>, a uma temperatura do forno de 700°C <sup>(23)</sup>, <sup>(45)</sup>.

Na construção dos padrões de cera foi usada a matriz metálica (Figs. 2 e 3), com as características já citadas. A parte inferior da matriz, correspondente à parede pulpar, era removível, como pode ser observada nas Figuras 2 e 3, para que, depois de confeccionados os corpos de prova, fosse permitida sua adaptação na parte superior (Fig. 7) e efetuadas as medidas necessárias.

As paredes da matriz eram pinceladas com ISOLIT, sendo a mesma deixada sobre uma superfície aquecida até atingir a temperatura de 35°C.

Após a plastificação ser efetuada sobre a chama de uma lamparina a álcool, a cera era comprimida sobre a cavidade mencionada e man-



tida sob pressão digital até que solidificasse completamente<sup>(29)</sup>.

O excesso era removido e o acabamento do modelo feito com lâmina inoxidável apropriada, que era passada rasamente sobre a superfície do troquel, de maneira que a superfície deste e a da cera ficassem num mesmo plano.

Como pinos formadores de condutos foram usadas agulhas hipodérmicas, com 02 milímetros de diâmetro, cortadas em peças com 2,5 centímetros de comprimento<sup>(46)</sup>.

Esses pinos eram aquecidos e portando uma pequena quantidade de cera em uma de suas extremidades, eram fixados no centro do modelo de cera, fazendo um ângulo de 90°C com a superfície do mesmo. A seguir, removia-se cuidadosamente o modelo da cavidade da matriz e se fixava à base formadora de cadinho através do pino.

Os anéis de fundição eram revestidos internamente por uma tira de amianto, de maneira que as extremidades desta situavam-se aquém das bordas do anel<sup>(37)</sup>. O amianto era então umedecido em água e o conjunto anel amianto, adaptado sobre a base formadora de cadinho.

A distância entre o ponto mais alto do modelo de cera e a borda superior do anel era de 3 a 5 milímetros, seguindo as normas do " SISTEMA PRECISO DE FUNDIÇÃO DEGUSSA " (Fig. 6).

Os revestimentos, previamente homogenizados e pesados no " Laboratório Físico Químico Biológico da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - CIDASC ", foram acondicionados em sacos plásticos com 50 gramas cada.

A água destilada que seria usada na espatulação do revestimento

permanecia em banho-maria a uma temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ .

Conforme instruções do fabricante, 50 gramas do revestimento CRIS TOBALITE eram usados para espatular com  $19\text{cm}^3$  de água, enquanto para 50 gramas do revestimento BIOVEST eram utilizados  $6,65\text{cm}^3$  de água destilada com  $2,25\text{cm}^3$  de líquido especial para o referido revestimento.

As proporções acima mencionadas eram levadas à bomba de vácuo para a espatulação mecânica durante 30 segundos.

Após este procedimento, o padrão de cera, previamente embebido em redutor de tensão superficial "WAXIT", era incluído em revestimento, sob vibração, ainda na bomba de vácuo.

Decorridas 24 horas desta etapa, os pinos eram removidos, e os anéis colocados no forno para a evaporação da cera e expansão térmica do revestimento. Permaneciam no forno por um período de 3 horas, enquanto a temperatura era gradativamente aumentada até  $700^{\circ}\text{C}$ .

As ligas STABILOR G e PRATADUR eram utilizadas na proporção de uma parte de liga nova e uma parte de liga já fundida. No entanto, quando se empregavam ligas do sistema cobre-alumínio, como IDEALLOY e DURACAST, todo o metal empregado nas várias fundições era novo.

O maçarico utilizado era o de gás-ar, referido no item 3.4.

O anel, ao ser retirado do forno, era imediatamente colocado na centrífuga para que a liga liquefeita fosse injetada no interior do molde através do conduto de alimentação.

Antes da desmoldagem, deixava-se o anel por 3 minutos à temperatura ambiente, imergindo-se, então, em água fria.

Os corpos de prova eram escovados para a remoção de resíduos do revestimento e lavados em água corrente.

No caso de corpos de prova em liga de ouro, estes eram colocados em solução aquosa de ácido clorídrico a 50%, aquecida ligeiramente, de modo a produzir a decapagem do metal. Após a decapagem, os corpos de prova eram imersos em uma solução de bicarbonato de sódio para neutralizar a ação do ácido (46).

Os pinos de alimentação e eventuais bolhas existentes nas inscrtações eram removidos e as mesmas ajustadas na cavidade do troquel para um primeiro exame de sua adaptação sob lupa.

Desta maneira, colocados os corpos de prova na cavidade da matriz metálica (Fig. 7), as medidas verificadoras da adaptação eram realizadas com um relógio de medição.

Com a finalidade de se obter a medida zero, para comparação, a ponta ativa do relógio era inicialmente posicionada sobre a superfície do troquel (Fig. 8). Era feito, então, o deslocamento do troquel de maneira tal que a ponta ativa caísse sobre a superfície do corpo de prova (Fig. 9) e o relógio registrasse em milésimos de milímetros o desnível existente entre as duas superfícies (45).

Não houve necessidade de se estipular um valor positivo ou negativo para as medidas já que, em todos os casos, o nível dos corpos de prova estava sempre abaixo do nível da superfície da matriz.

Para cada corpo de prova foram registrados 3 valores como resultado de 3 medidas feitas em pontos diferentes e aleatórios da superfície do mesmo. Tais valores foram tabulados para que fosse feito o processamento estatístico dos dados. Processamento este que foi desenvolvido através da técnica da análise da variância, a um e dois critérios, e pela análise comparativa de coeficientes de variação. (47)



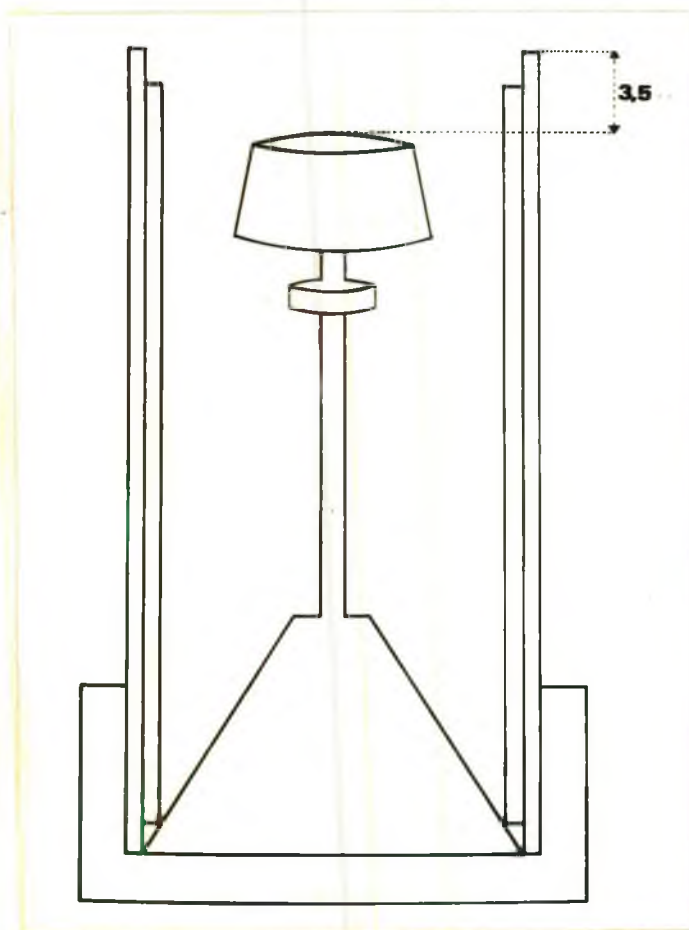


FIGURA 6 - Posição do Padrão de Cera  
no Interior do Anel.

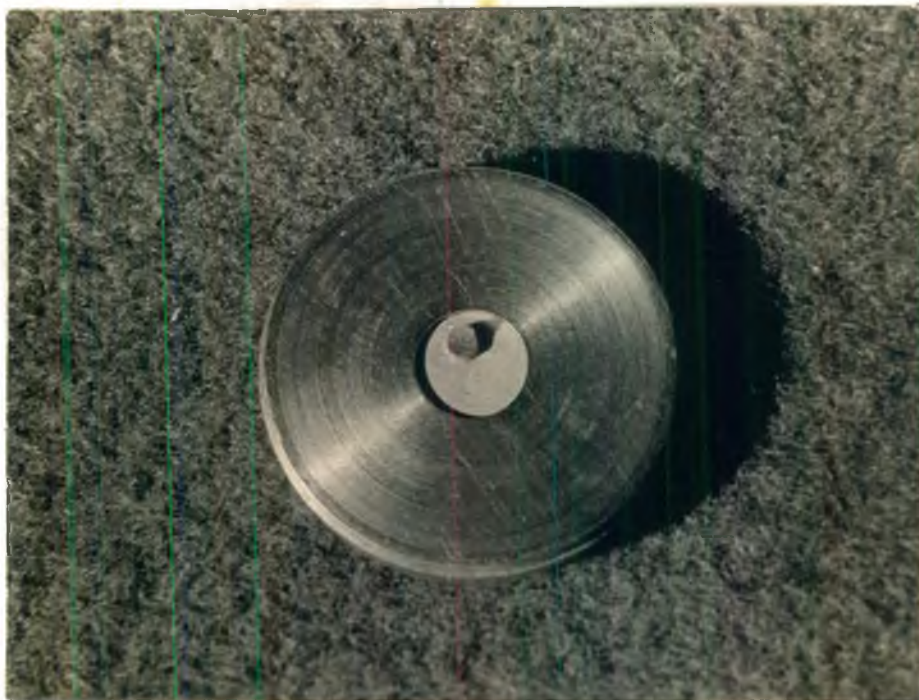


FIGURA 7 - Corpo de Prova adaptado na  
Cavidade do Troquel.



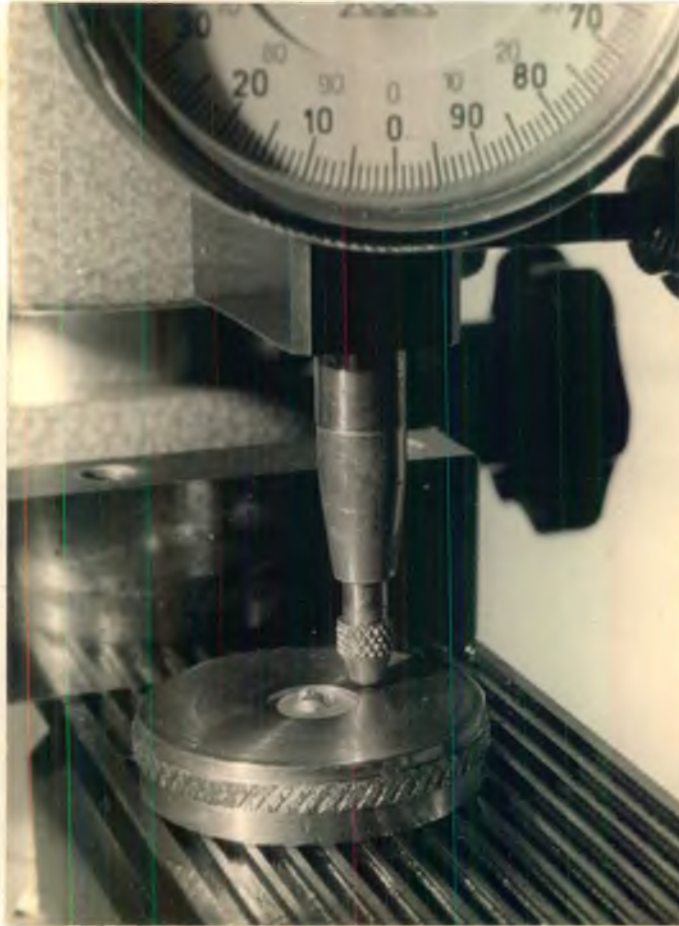


FIGURA 8 - Primeira posição da parte  
ativa do relógio: sobre a  
superfície do troquel

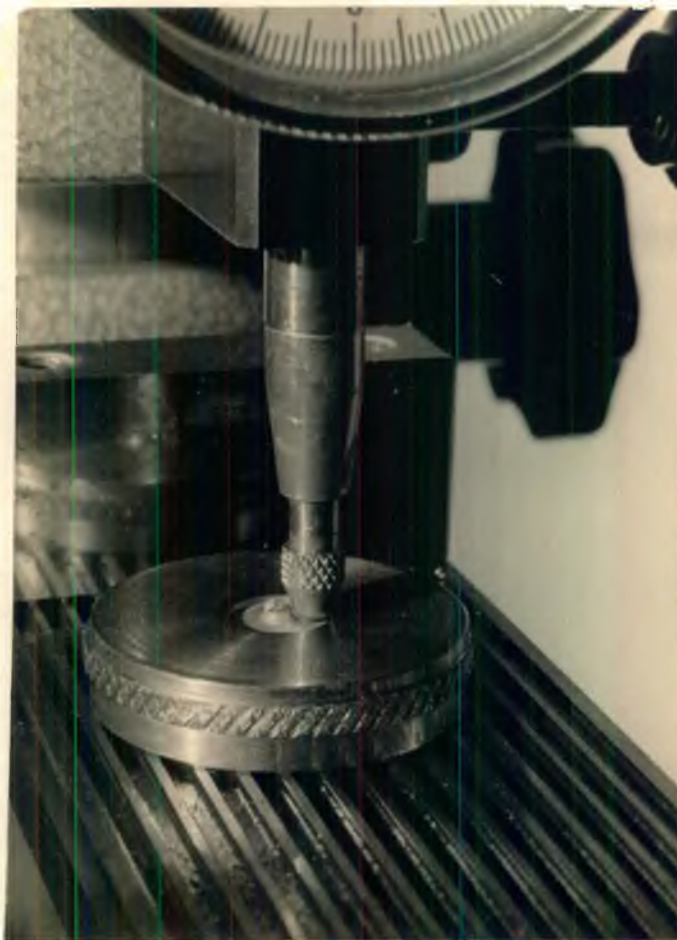


FIGURA 9 - Segunda posição da parte ativa do relógio: sobre a superfície do corpo de prova.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A expectativa na utilização de ligas metálicas na confecção de restaurações metálicas fundidas para uso odontológico seria teoricamente, e de uma maneira ideal a de se conseguir um ajuste perfeito às cavidades que lhes deram origem.

Na prática, no entanto, sabemos que isso não acontece, pois como diz SUFFERT & MAHLER <sup>(40)</sup>, a adaptação de uma fundição, por diversos fatores, nunca pode ser melhor que a adaptação do padrão de cera. No presente experimento, o ajuste perfeito também não ocorreu.

Independentemente dos materiais empregados, observou-se que os corpos de prova possuíam dimensões inferiores às dimensões da cavidade do troquel <sup>(23)</sup>, <sup>(43)</sup>, <sup>(45)</sup>, tendo, portanto, sofrido contração maior que a desejada. O fenômeno ocorre, além de outros fatores <sup>(23)</sup>, <sup>(30)</sup>, <sup>(33)</sup>, <sup>(44)</sup>, <sup>(45)</sup>, em razão das características próprias das ligas e dos revestimentos utilizados.

Desta maneira, não se tendo até agora conhecimento de um processo de fundição que produza peças perfeitas, sejam quais forem as suas características de forma ou volume, o profissional tem que se conformar em considerar como melhor para o uso, aquele trabalho que mais se aproxime do ideal.

Coerentemente com esses pressupostos, foram considerados , para efeito do presente estudo, conforme exposto anteriormente, quatro tipos de ligas metálicas, sendo uma de ouro (STABILOR G), uma de prata-paládio (PRATADUR) e duas de cobre-alumínio (DURACAST e IDEALLOY), bem como dois tipos de revestimento para fundição; um deles à base de gesso (CRISTOBALITE) e outro à base de fosfato (BIOVEST).

O emprego dos materiais resultou, portanto, em oito conjuntos liga/revestimento.

A partir dessa estratificação, procedeu-se à confecção de 10 corpos de prova para cada um dos tipos de combinação, efetuando-se, posteriormente, a medição da discrepância de sua posição na cavidade original padrão do troquel utilizado, através de três medidas, realizadas com micrômetro de profundidade em diferentes posições.

Os valores encontrados e dispostos, conforme se pode verificar nas tabelas do Anexo I, correspondem à diferença de nível existente entre a superfície da matriz e do corpo de prova.

O conjunto amostral obtido, pode-se constatar, constituiu-se num grupo de oito amostras independentes, de trinta elementos cada, em dimensões adequadas ao estudo do trabalho e selecionadas de forma compatível às características, conforme se demonstra no ANEXO II.

A exemplo do exposto, se considerarmos um coeficiente de variação igual a 25%, com nível de significância " " igual a 5% e com precisão relativa igual a 10%, teríamos uma amostra de aproximadamente 24 elementos.

Como o maior valor de coeficiente de variação, a nível de valor observado nas amostras, foi de 18,6% e estando o nível de significância e de precisão relativa em proporções adequadas, consideramos satisfatório o tamanho dos conjuntos de amostras fixado em 30 elementos.

Como procuramos qualificar os materiais empregados em função da variabilidade entre os diversos corpos de prova, segundo ligas e revestimentos empregados, desenvolvemos a análise tendo por base os valores médios das observações obtidas em cada corpo de prova e cujos dados dispomos para a devida apreciação (Tabelas I à III).

TABELA I - Valores Médios das Observações da Amostra com Revestimento CRISTOBALITE (\*)

(10<sup>-3</sup> mm)

REVESTIMENTO		L I G A S									
TIPO	CP	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	T	M	DP	CV%		
C R I S T O B A L I T E	01	581	943	773	912						
	02	300	984	958	1016						
	03	526	846	1129	787						
	04	581	929	1012	873						
	05	659	961	916	1087						
	06	402	844	1038	1009						
	07	581	900	1020	797						
	08	604	959	837	938						
	09	317	978	1101	1044						
	10	581	882	1063	788						
T E	T	5132,0	9226,0	9847,0	9251,0	33456,0	-	-			
	M	513,2	922,6	984,7	925,1	-	836,4	-			
	DP	126,7	52,0	114,2	112,0	-	-	215,8			
	CV%	24,7	5,6	11,6	12,1	-	-	-			

\* Obs.: Os valores foram arredondados segundo o critério clássico (± 0,5)

CP = Corpos de Prova    T = Total    M = Média    DP = Desvio Padrão    CV% = Coeficiente de Variação

TABELA II - Valores Médios das Observações da Amostra com Revestimento BIOVEST (\*)

(10<sup>-3</sup> mm)

REVESTIMENTO		L I G A S							
TIPO	CP	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	T	M	DP	CV%
B I O V E S T	01	494	560	943	769				
	02	246	748	760	830				
	03	341	389	731	963				
	04	461	532	939	762				
	05	497	589	654	827				
	06	358	412	731	893				
	07	419	496	852	1008				
	08	495	584	478	768				
	09	318	661	716	833				
	10	369	475	793	1033				
T		3998,0	5446,0	7647,0	8686,0	25777,0	-	-	-
M		399,8	544,6	764,7	868,6	-	644,4	-	-
DP		86,9	109,5	137,0	101,0	-	-	213,7	-
CV%		21,7	20,1	17,9	11,6	-	-	-	33,2

\* Obs.: Os valores foram arredondados segundo o critério clássico ( $\pm 0,5$ )

CP = Corpos de Prova    T = Total    M = Média    DP = Desvio Padrão    CV% = Coeficiente de Variação

TABELA III - Valores Médios das Observações da  
Amostra por LIGAS/REVESTIMENTOS \*

VALORES TOTAIS	L I G A S					
	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	Valores Totais	
					T	M
T	9130,0	14672,0	17494,0	17937,0	59233,0	-
M	456,5	733,6	874,7	896,9	-	740,4
DP	120,7	211,1	166,7	107,8	-	-
CV%	26,4	28,8	19,1	12,0	-	-

\* Obs.: Os valores foram arredondados segundo critério clássico  
( $\pm 0,5$ )

T = Total

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação



Com relação aos valores médios determinados, cabe-nos tecer considerações sobre o comportamento, relativamente aos fenômenos de contração e homogeneidade, quer dos Revestimentos, quer das Ligas, ou através da interação Ligas/Revestimentos.

A análise comparativa inter corpos de prova entre os revestimentos CRISTOBALITE e BIOVEST permite-nos, pelos valores dos coeficientes de variação apresentados (Tabelas I e II), caracterizar este último como aquele que possui o maior grau de heterogeneidade.

Adotando o mesmo procedimento de análise inter corpos de prova, independentemente dos revestimentos usados, as ligas de OURO e PRATADUR são as que apresentam maior heterogeneidade, em comparação com as outras (Tabela III).

Nas interações Liga/Revestimento (Tabelas I e II) constata-se, pela análise comparativa dos coeficientes de variação, que a liga de OURO com o revestimento CRISTOBALITE apresenta interação que se comporta com o maior grau de heterogeneidade, seguida das interações OURO/BIOVEST e PRATADUR/BIOVEST, que não apresentam diferenças significativas entre si.

Julgamos oportuno considerar, ainda, a análise de correlação da homogeneidade das ligas com o grau de contração apresentado pelos corpos de prova, quando utilizadas com os dois revestimentos testados.

Assim, observa-se uma tendência de correlação inversa entre a homogeneidade dos corpos de prova e o grau de contração apresentado pelos mesmos com as ligas PRATADUR e DURACAST, quando considerados os dois revestimentos entre si. No OURO, esta correlação demonstra ser direta e a liga IDEALLOY demonstrou resultados estáveis, independentemente do uso dos revestimentos.

Tendo por base os valores médios das observações da amostra, procedemos então à análise de variância (Tabela IV) dos mesmos, objetivando verificar se as contrações que foram determinadas nos corpos de prova apresentam, em média, diferenças estatisticamente significativas entre si pela ação das ligas, dos revestimentos e/ou pela ação de ambos.

TABELA IV - Análise da Variância dos Valores Médios Observados (Dois Critérios de Classificação)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados (SQ)	Estimador da Variação	Razão das Varianças (F <sub>OB</sub> )	Valor da F tabelado (F <sub>TAB</sub> )
REVESTIMENTOS	1	737088,013	737088,013	63,51 (*)	8,38
LIGAS	3	2463170,838	821056,946	70,75 (*)	4,65
REVEST./LIGAS	3	299591,035	99863,679	8,61 (*)	4,65
RESÍDUO	72	835561,500	11605,021	-	-
TOTAL	79	4335411,388	-	-	-

(1) = 3499849,888

(2) = F observado

(3) = F tabelado com nível de significância  $\alpha = 1/2 \%$

(\*) = Significante

Considerando-se que  $F_{0_B}(\text{Revestimento}) = 63,51 > F_{TAB} = 1/2\%$   
 $= 8,38$ ;  $F_{0_B}(\text{Ligas}) = 70,75 > F_{TAB} = 1/2\% = 4,65$ ; e  $F_{0_B}(\text{Revestimento}$   
 $/\text{Liga}) = 8,61 > F_{TAB} = 1/2\% = 4,65$ , deve-se rejeitar, para os três  
 casos, as hipóteses de igualdade, em média, dos valores das diferenças  
 de desnível entre as superfícies da matriz e dos corpos de prova em  
 relação, respectivamente, aos revestimentos, ligas e interações Ligas/  
 Revestimentos. Devendo-se considerar, no entanto, a interação Liga/Re  
 vestimento como aquela determinante do menor grau de influência na  
 contração.

Feita esta análise referente à hipótese geral, era imprescindível o estudo da variância das combinação Liga/Revestimento, feita aos pares, consideradas relevantes e de interesse direto para a análise (Tabelas V e VI).

Para ambas as tabulações temos que considerar as hipóteses :  
 1) No caso de  $F_{0_B} > F_{TAB} = 1/2\%$ , para as combinações Liga/Revestimen  
 to rejeita-se a hipótese de igualdade, em média, dos valores médios  
 observados das contrações para as combinações comparadas; 2) No caso  
 de  $F_{0_B} < F_{TAB} = 1/2\%$ , para as combinações Liga/Revestimento, aceita  
 -se a hipótese de igualdade, em média, dos valores médios observados  
 das contrações para as combinações comparadas..

Assim, podemos constatar que dos oito pares de combinações  
 testados, apenas dois, CRISTOBALITE/PRATADUR x CRISTOBALITE/IDEALLOY e  
 CRISTOBALITE/PRATADUR x CRISTOBALITE/DURACAST; não acusam diferenças  
 significativas entre seus componentes. Da comparação entre a liga OU  
 RO e as ligas DURACAST e IDEALLOY, quando é usado o revestimento CRISTO  
 BALITE, verifica-se que, em média, a primeira apresenta um grau de con  
 tração significativamente menor que as outras duas. Quando o revesti  
 mento usado é o BIOVEST, as ligas OURO e PRATADUR demonstram o menor  
 grau de contração em vista da análise comparativa com as ligas DURA-

CAST e IDEALLOY, haja vista os valores médios de cada liga para ambos os revestimentos, nas Tabelas I e II.

Cabe-nos, também, tecer considerações com relação ao grau de contração que oferecem, por um lado, os revestimentos e que sofrem, por outro, as ligas, decorrente da interação Ligas/Revestimentos que se denotou pela análise estatística dos dados. Assim, constata-se ser o revestimento BIOVEST aquele que, comparativamente, propicia o menor grau de contração às ligas (Tabelas I e II) e a liga OURO, aquela que isoladamente também demonstrou a menor contração (Tabela XI); concordando com os achados de MUNFORD & PHILLIPS <sup>(25)</sup> e de GOURLEY <sup>(16)</sup>. Porém FUSAYAMA & IDE <sup>(12)</sup> testaram uma liga de cobre-alumínio e encontraram uma contração de fundição semelhante à contração de fundição de uma liga de OURO.

Na análise da interação Liga/Revestimento, a liga de OURO as sociada aos revestimentos BIOVEST e CRISTOBALITE, respectivamente, com portou-se de maneira a demonstrar os menores graus de contração (Tabelas I e II).

**TABELA V - Análise da Variância dos Valores Médios Observados para Combinações LIGA/REVESTIMENTO;**

Duas a Duas - Um Critério de Classificação

REVESTIMENTO	LIGAS	FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE (GL)	SOMA DOS QUADRADOS (SQ)	ESTIMADOR DA VARIACÃO (EV)	RAZÃO DAS VARIÂNCIAS ( $F_{O_B}$ ) <sup>1</sup>	VALOR DA F TABELADO ( $F_{TAB}$ ) <sup>2</sup>
C	OURO X DURACAST	Entre Classes	1	111156125,000	111156125,000	76,44(*)	10,21
		Dentro Classes	18	26174370,000	1454131,667		
		TOTAL	19	137330495,000	-		
S	OURO X IDEALLOY	Entre Classes	1	84830805,000	848308,000	59,33(*)	10,21
		Dentro Classes	18	25734850,000	1429713,889		
		TOTAL	19	110565655,000	-		
A	PRATADUR X DURACAST	Entre Classes	1	1928205,000	1928205,000	2,45	10,21
		Dentro Classes	18	14167650,000	787091,667		
		TOTAL	19	16095855,000	-		
T	PRATADUR X IDEALLOY	Entre Classes	1	3125,000	3125,000	0,004	10,21
		Dentro Classes	18	13728130,000	762673,889		
		TOTAL	19	13731255,000	-		

(1) = F observado      (2) = F tabelado com nível de significância  $\alpha = 1/2\%$

(\*) = Significante

TABELA VI - Análise de Variância dos Valores Observados para Combinações LIGA/REVESTIMENTO;  
Duas a Duas - Um Critério de Classificação

REVESTI- MENTO	LIGAS	FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LI- BERDADE (GL)	SOMA DOS QUA- DRADOS (SQ)	ESTIMADOR DA VARIÂNCIA(EV)	RAZÃO DAS VA- RIÂNCIA( $F_{0B}$ ) <sub>1</sub>	VALOR DA F TA- BULADO( $F_{TAB}$ ) <sub>2</sub>
B I O V E S T	OURO X DURACAST	Entre Classes	1	665760,05000	665760,05000	50,60 (*)	10,21
		Dentro Classes	18	236837,70000	13157,50000		
		TOTAL	19	902597,75000	-	-	-
	OURO X IDEALLOY	Entre Classes	1	1098867,20000	1098867,20000	123,73 (*)	10,21
		Dentro Classes	18	159856,00000	8880,88889		
		TOTAL	19	1258723,20000	-	-	-
	PRATADUR X DURACAST	Entre Classes	1	242220,05000	242220,05000	15,76 (*)	10,21
		Dentro Classes	18	276680,50000	15371,13889		
		TOTAL	19	518900,55000	-	-	-
	PRATADUR X IDEALLOY	Entre Classes	1	524800,00000	524800,00000	47,30 (*)	10,21
		Dentro Classes	18	199698,80000	11094,37778		
		TOTAL	19	724578,80000	-	-	-

(1) = F observado

(2) = F tabelado com nível de significância  $\alpha = 1/2\%$

(\*) = Significante

Em complementação ao estudo de variância dos valores médios das observações da amostra, faz-se necessária a análise de variância dos coeficientes de variação das observações de amostra intra corpos de prova.

Para tanto, dispomos os coeficientes de variação determinados, cujos valores passamos a apresentar nas Tabelas VII, VIII e IX.



TABELA VII - Coeficientes de Variação das Observações  
da Amostra por LIGA/REVESTIMENTO (%)

REVESTIMENTO		L I G A S					
TIPO	CP	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	T	M
C	01	4,3	0,5	2,6	0,8		
R	02	11,4	0,8	3,3	1,8		
I	03	2,2	1,5	2,0	1,4		
S	04	3,1	1,4	1,7	7,8		
T	05	3,6	2,8	4,5	2,3		
O	06	1,6	3,6	3,1	0,7		
B	07	1,3	0,7	1,7	1,6		
A	08	5,7	0,4	2,8	3,7		
L	09	1,9	2,0	2,6	2,6		
I	10	1,9	3,8	2,3	8,9		
T E	T	37,00	17,50	26,60	31,60	112,70	-
	M	3,7	1,75	2,66	1,66	-	2,82

CP = Corpos de Prova

T = Total

M = Média

TABELA VIII - Coeficientes de Variação das Observações  
da Amostra por LIGA/REVESTIMENTO (%)

REVESTIMENTO		L I G A S					
TIPO	CP	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	T	M
B I O V E S T	01	5,1	5,2	3,9	3,0		
	02	2,2	4,1	3,7	0,6		
	03	0,4	18,6	3,8	3,3		
	04	3,7	4,4	3,9	0,6		
	05	6,4	4,0	6,5	1,8		
	06	8,7	0,4	8,1	1,7		
	07	1,0	3,0	1,9	0,7		
	08	5,0	6,5	5,5	6,9		
	09	10,3	5,6	11,3	3,4		
	10	2,7	2,2	5,2	1,1		
T		45,50	54,00	53,80	23,10	176,40	-
M		4,55	5,40	5,38	2,31	-	4,41

CP = Corpos de Prova

T = Total

M = Média

TABELA IX - Coeficientes de Variação das Observações  
da Amostra por LIGA/REVESTIMENTO (%)

VALORES TOTAIS	L I G A S					
	OURO	PRATADUR	DURACAST	IDEALLOY	M	M
T	82,50	71,50	80,40	54,70	289,10	-
M	8,25	7,15	8,04	5,47	-	3,61

T = Total

M = Média

A partir destes dados, procedemos à análise da variância dos mesmos, objetivando a verificação do grau de homogeneidade da superfície dos corpos de prova e, por consequência, da precisão das medidas coletadas <sup>(30)</sup>(Tabela X).

TABELA X - Análise da Variância dos Coeficientes de Variação das Observações da Amostra  
(Dois Critérios de Classificação)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados (SQ)	Estimador da Variação	Razão da Variância (F <sub>0B</sub> )	Valor de F-Tabelado (F <sub>TAB</sub> )
REVESTIMENTOS	1	50721,125	50721,125	6,16	8,38
REV./LIGAS	3	60108,375	20036,125	2,43	4,65
LIGAS	3	24002,375	8000,792	0,97	4,65
RESÍDUOS	72	593223,000	8239,208	-	-
TOTAL	79	728054,875	-	-	-

(1) = 134.831,875

(2) = F observado

(3) = F tabelado com nível de significância  $\alpha = 1/2 \%$

Em vista de  $F_{0B}$  (REVESTIMENTO) = 6,61  $F_{TAB}$  = 1,2% = 8,38; de  $F_{0b}$  (LIGA) = 0,97  $F_{TAB}$  = 1,2% = 4,65; e de  $F_{0B}$  (REVESTIMENTO/LIGA) = 2,46  $F_{TAB}$  = 1/2% = 4,65, deve-se aceitar, para os três casos, as hipóteses de igualdade, em média, dos coeficientes de variação, em relação, respectivamente, aos REVESTIMENTOS, LIGAS e INTERAÇÕES LIGA/REVESTIMENTO.

Esses resultados revelam a existência de um grau de homogeneidade semelhante na superfície dos vários corpos de prova, e permitem, ainda, não se suspeitar de erros de medida e/ou de variações significativas nos corpos de prova.

C O N C L U S Õ E S

## CONCLUSÕES

Tendo em vista as condições experimentais nesta investigação e os resultados obtidos da análise estatística dos dados colhidos, parece-nos lícito concluir que:

- 1 - Os corpos de prova confeccionados com a liga de OURO, em comparação com os outros, foram aqueles que apresentaram uma precisão de adaptação superior, tanto quando se empregou o revestimento BIOVEST, como quando se empregou o revestimento CRISTOBALITE.
- 2 - Existiu diferença estatisticamente significativa de adaptação entre os corpos de prova confeccionados com a liga de OURO e com a liga DURACAST e entre os corpos de prova confeccionados com a liga de OURO e com a liga IDEALLOY, tanto quando se empregou o revestimento CRISTOBALITE, como quando se empregou o revestimento BIOVEST.
- 3 - Existiu diferença estatisticamente significativa de adaptação entre os corpos de prova confeccionados com a liga PRATADUR e com a liga DURACAST e entre os corpos de prova confeccionados com a liga PRATADUR e com a liga IDEALLOY, quando se empregou o revestimento BIOVEST.
- 4 - Não existiu diferença estatisticamente significativa de adaptação entre os corpos de prova confeccionados com a liga PRATADUR e com a liga DURACAST e entre os corpos de prova confeccionados com a liga PRATADUR e com a liga IDEALLOY, quando se empregou o revestimento CRISTOBALITE.

- 5 - Os corpos de prova fundidos com as ligas DURACAST e IDEALLOY apresentaram um maior grau de homogeneidade, isto é, menor variabilidade nas medidas de sua discrepância, que os corpos de prova confeccionados com as ligas de OURO e PRATADUR, quando o revestimento usado foi o BIOVEST.
- 6 - Quando se empregou o revestimento CRISTOBALITE, as ligas DUPACAST e IDEALLOY apresentaram-se também superiores, no que diz respeito à homogeneidade das medidas dos corpos de prova, em relação à liga OURO.
- 7 - Os corpos de prova com melhor adaptação foram aqueles obtidos a partir de moldes confeccionados com revestimento BIOVEST.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, Specification nº 5 for dental casting gold alloy. Guide to Dental Mat And Devices. 6 ed. Chicago, 1972/3. P. 182.
- 02 - ASGAR, K. S. Noble and base metal alloys for crown and bridge application. Dental Materials Review. Cap. 6, 112-22, (S.d.).
- 03 - BAUM, L. Wax pattern by direct and indirect methods: HOLLENBACK, G. M. Science and technic of the cast restoration. St. Louis, Mosby, 1964, p. 109.
- 04 - CHELOTTI, A. Contribuição ao estudo do comportamento das coroas de aço inoxidável, estampadas, "in vitro" (manchas e corrosão por imersão em saliva artificial, em contacto ou não com amálgama, da idade deste e do tempo do teste) e "in vivo" (manchas e corrosão em função do tempo e da face da coroa, alterações gengivais, deformações permanentes e ajuste gengival). São Paulo, 1972 - Tese de Doutorado - Faculdade de Odontologia USP.
- 05 - COOLIDGE, E. D. Gold inlay technique clinic. Dent. Cosmos, 56: 324, 1914.
- 06 - CORREIA, A.A. et alii. Dentística restauradora em Odontopediatria: Coroas Metálicas Fundidas. Ars. Curandi. 4 (2) 3 - 10, maio, 1977
- 07 - CUSTER, F. et alii. The accuracy of casting produced by various investments. J. Prost dent. 19 : 273-80, Mar., 1968.

- 08 - DALE, J. W. & MOSER, J. B. Semiprecious alloys for cast restorations  
A preliminary report. J. Prost. dent. 38 (6) : 627-31, Dec.  
1977.
- 09 - EICHHORN, K. & GRUNAU, E. B. Cuivre et biologie. Cuivre, Laitons  
Alliages. 110 : 29-32, 1969.
- 10 - FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE. Specification n° 7 for dental  
casting alloy. Int. dent. J. 14 (2) : 286-9, June, 1964.
- 11 - FUSAYAMA, T. Selection of substitutes alloys for inlays and crowns.  
Shika-hyoron. 166 : 1, 1956.
- 12 - FUSAYAMA, T. & IDE, K. Casting shrinkage of certain dental alloys.  
Bull. Tokyo M. & D. Univ. 7 : 429, 1960.
- 13 - FUSAYAMA, T. et alii. Accuracy of fixed partial denture made by  
various soldering techniques and one piece casting. J. Prost.  
dent. 14 : 334-43, 1964.
- 14 - FUSAYAMA, T. et alii. A new copper alloy for dental use. J. Prost.  
dent. 15 (1) : 118-25, Jan./Feb., 1965.
- 15 - GOTO, G. et alii. Clinical evaluation of preformed crowns for  
deciduous teeth. Bull Tokyo dent. coll. 11 (3) : 169-76, Aug.,  
1970.
- 16 - GOURLEY, J. M. Current status of semi-precious and conventional  
gold-alloys in restorative dentistry. J. Canad. Dent. Ass. 44  
(8) : 453-5, Aug./Oct., 1975.
- 17 - HARNACK, E. Chronic copper poisoning caused by the wearing of poor  
alloy in mouth. Dent. Cosmos 57 (3) : 349, Març., 1915.

- 18 - HASASHI, H. Pharmacology. Tokyo, Ririn-shoin, 1949, p. 339.
- 19 - HEYROTH, F. F. & CHOLAK, J. Copper in biology. Copper the Science and technology of metal, its alloys and compounds. New York , Reinhold Publishing Corp., Chap. 43, 1954, p. 853.
- 20 - KASE, T. Dental Metallurgy. Tokyo, Kyoritsu-she, 1937, p. 90.
- 21 - LANE, J. G. The casting process as applied to gold inlay and other dental uses. Dent. Ding. Pittsburgh. 15 (7) : 497-99 , Jul., 1909.
- 22 - MACKEN, P. J. & SMITH, A. A. The aluminuin bronzes. 2 ed., London C.D.A. Publication nº 31, 1966.
- 23 - MALUF, W. I. Ajuste e alteração dimensional de fundições em função de métodos de plastificação da cera, temperaturas de inclusão, revestimento e decapagem. Rev. Fac. Odont. São Paulo - 11 (1) : 63-74, Jan./Jun., 1973.
- 24 - MEYERS, D. T. A clinical study of the responce of the gingival tissue surrounding stainless steel crowns. J. Dent. Children 42 (4) : 33-41, July/Aug., 1975.
- 25 - MUMFORD, G. M. & PHILLIPS, R. W. Measurements of thermal expansion of cristobalite type investiments in the inlay ring. J. Prost. dent. 8 : 860, 1958.
- 26 - NAGAI, K. Behavior of metals in oral cavity. J. Nikon Univ. Sch. Dent. 1 (4) : 203-10, Jun., 1959.

- 27 - NEIMAN, R. Precision casting by the investment molding process. Reprinted from "Transactions", American Foundrymen's Association. 52 : 349-83, 1944.
- 28 - PAFFENBARGER, R. C. et alii. Base metal alloys for oral restorations. J. Am. Dent. Ass., 30 : 852-62, 1943.
- 29 - PEYTON, F. A. et alii. Waxes in; Restorative dental materials. 2 ed., Saint Louis. Mosly Company, 1964, p. 266-90
- 30 - PLESE, A. Contribuição ao estudo da rugosidade e sua influência no ajuste das fundições. Rev. FOA., 2 : 123-44, 1966
- 31 - PREISSECKER, O. Goldersatzmetalle, Ztschr. J. Stomatol., 34 (14) 881, 1936.
- 32 - QUIRINO DOS SANTOS, C. F. A. Contribuições ao estudo de algumas propriedades da liga de prata-paládio (86% - 14%) para uso em odontopediatria. Araraquara, Tese Livre Docente, 1967.
- 33 - SAVER, J. E. A laboratory evaluation of the castability characteristics of some base metal alloys. Research Protocol December, 1973 - School of Dentistry University of California, São Francisco.
- 34 - SILBERMANN, Z. E. The failure of substitutes for noble metals in dental prosthesis. Dent. Cosmos., 57 (7) : 821-2, July, 1915.
- 35 - SIMONETTI, E. L. Dentística restauradora: Ligas do Sistema Cobre-alumínio. São Paulo, Tese Livre Docente, 1975.
- 36 - SIMONETTI, E. L. Restorative dentistry. II Mechanical properties Rev. Fac. Odontol. São Paulo 15 (1) : 53-64, Jan./Jun., 1977.

- 37 - SKINNER, E. & PHILLIPS, R. W. Colado de incrustaciones de oro : consideraciones teóricas, Técnicas de compensacion. Procedimientos para revestir in: \_\_\_\_\_, La ciência de los materiales dentales. 6 ed., Buenos Aires , Mundi, 1970, p. 408-44.
- 38 - SOLLMAN, T. A Manual of Pharmacology, 8 ed., Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1957, p. 1299.
- 39 - SOUDER, W. H. Fifteen years of dental research at the national Bureau of Standards. J. Am. Dent. Ass., 21 (1) : 58-66, Jan, 1934.
- 40 - SUFFERT, L. W. & MAHLER, D. B. Reproducibility of gold castings made by present day dental casting technics. J. Am. Dent. Ass. 50 (1) : 1-6, Jan., 1955.
- 41 - TAGART, W. H. A new and accurate method of making gold inlays. Dent. Cosmos, 49 : 1117-21, 1907.
- 42 - TAYLOR, N. O. Report on postizo gold, J. Am. Dent. Ass., 18 : 771, Apr., 1931.
- 43 - TETERUCK, W. R. & MUNFORD, G. The fit of certains dental casting alloys using different investing materials and techniques. J. Prost. dent., 16 (5) : 910-27, Sep./Oct., 1966.
- 44 - VAN HORN, C. S. Casting failures and remedies. Dent. Cosmos, 54 : 890-4, 1912.
- 45 - VERGÉ, J. Contribution to the study of precision casting. Schweiz Mschr Zahnheilk, 77 (3) : 171-89, Março., 1967.

- 46 - VIEIRA, D. F. Bases para aplicação racional dos materiais Odontológicos. 2 ed., São Paulo, Atheneu, 1976. p. 281-303.
- 47 - WINER, B. J. Statistical Principles in Experimental Design. 2 ed. New York, McGraw-Hill, 1971, p. 907.

.A N E X O I



TABELA I - Valores das Observações da Amostra  
Combinação OURO/CRISTOBALITE

( $10^{-3}$  mm)

REVESTIMENTO		O U R O					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
		1	2	3			
C R I S T O B A L I T E	01	569	610	564	581	25,2	4,3
	02	339	281	279	300	34,1	11,4
	03	533	533	513	526	11,5	2,2
	04	599	580	563	581	18,0	3,1
	05	678	667	633	659	23,5	3,6
	06	395	408	402	402	6,5	1,6
	07	581	574	589	581	7,5	1,3
	08	600	641	572	604	34,7	5,7
	09	310	318	322	317	6,1	1,9
	10	579	578	587	581	4,9	1,9

Obs.: Os valores foram arredondados segundo o critério clássico( $\pm 0,5$ )

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA II : Valores das Observações da Amostra  
Combinação PRATADUR/CRISTOBALITE

(10<sup>-3</sup> mm)

REVESTIMENTO		P R A T A D U R					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
C R I S T O B A L I T E	01	944	947	938	943	4,6	0,5
	02	977	992	983	984	7,5	0,8
	03	831	852	854	846	12,7	1,5
	04	944	918	926	929	13,3	1,4
	05	962	987	933	961	27,0	2,8
	06	877	839	816	844	30,8	3,6
	07	907	894	899	900	6,6	0,7
	08	963	955	959	959	4,0	0,4
	09	995	982	957	978	19,3	2,0
	10	920	863	862	882	33,2	3,8

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA III - Valores das Observações da Amostra  
Combinação DURACAST/CRISTOBALITE

( $10^{-3}$  mm)

REVESTIMENTO		D U R A C A S T					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
C R I S T O B A L I T E	01	781	788	751	773	19,7	2,6
	02	924	986	963	958	31,3	3,3
	03	1108	1152	1127	1129	22,1	2,0
	04	1011	995	1030	1012	17,5	1,7
	05	949	928	870	916	40,9	4,5
	06	1006	1038	1070	1038	32,0	3,1
	07	1036	1022	1002	1020	17,1	1,7
	08	839	859	813	837	23,1	2,8
	09	1077	1133	1093	1101	28,8	2,6
	10	1054	1044	1091	1063	24,8	2,3

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA IV - Valores das Observações da Amostra  
Combinação IDEALLOY/CRISTOBALITE

( $10^{-3}$  mm)

REVESTIMENTO		I D E A L O Y					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
C R I S T O B A L I T E	01	904	915	918	912	7,4	0,8
	02	1009	1037	1002	1016	18,5	1,8
	03	797	788	775	787	11,1	1,4
	04	951	837	830	873	68,0	7,8
	05	1058	1099	1104	1087	25,2	2,3
	06	1001	1015	1011	1009	7,2	0,7
	07	803	805	782	797	12,7	1,6
	08	920	978	915	938	35,0	3,7
	09	1065	1053	1014	1044	26,7	2,6
	10	749	869	746	788	70,2	8,9

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA V - Valores das Observações da Amostra  
Combinação OURO/BIOVEST

( $10^{-3}$  mm)

REVESTIMENTO		O U R O					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
B I O V E S T	01	521	490	471	494	25,2	5,1
	02	183	273	282	246	54,7	2,2
	03	342	340	342	341	1,2	0,4
	04	462	478	444	461	17,0	3,7
	05	524	506	462	497	31,9	6,4
	06	326	388	359	358	31,0	8,7
	07	421	421	414	419	4,0	1,0
	08	501	516	468	495	24,6	5,0
	09	290	354	309	318	32,9	10,3
	10	378	371	358	369	10,1	2,7

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA VI - Valores das Observações da Amostra  
Combinação PRATADUR/BIOVEST

(10<sup>-3</sup> mm)

REVESTIMENTO		P R A T A D U R					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
B I O V E S T	01	528	585	567	560	29,1	5,2
	02	782	738	724	748	30,3	4,1
	03	443	418	307	389	72,4	18,6
	04	522	515	559	532	23,6	4,4
	05	605	599	562	589	23,3	4,0
	06	410	413	413	412	1,7	0,4
	07	513	489	485	496	15,1	3,0
	08	623	582	547	584	38,0	6,5
	09	688	619	677	661	37,1	5,6
	10	465	473	486	475	10,6	2,2

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA VII - Valores das Observações da Amostra  
Combinação DURACAST/BIOVEST

( $10^{-3}$  mm)

REVESTIMENTO		D U R A C A S T					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
B I O V E S T	01	978	947	904	943	37,2	3,9
	02	788	759	732	760	28,0	3,7
	03	788	806	748	781	29,7	3,8
	04	919	917	982	939	37,0	3,9
	05	692	661	608	654	42,5	6,5
	06	672	732	790	731	59,0	8,1
	07	860	862	833	852	16,2	1,9
	08	492	448	495	478	26,3	5,5
	09	772	752	623	716	80,9	11,3
	10	809	824	747	793	40,8	5,2

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação

TABELA VIII - Valores das Observações da Amostra  
Combinação IDEALLOY/BIOVEST

(10<sup>-3</sup> mm)

REVESTIMENTO		I D E A L O Y					
TIPO	CP	MEDIÇÕES			M	DP	CV%
B I O V E S T	01	744	776	788	769	22,7	3,0
	02	829	826	836	830	5,1	0,6
	03	929	991	970	963	31,5	3,3
	04	761	758	767	762	4,6	0,6
	05	813	843	824	827	15,2	1,8
	06	900	904	876	893	15,1	1,7
	07	1000	1015	1009	1008	7,5	0,7
	08	711	816	778	768	53,2	6,9
	09	859	837	804	833	27,7	3,4
	10	1042	1020	1037	1033	11,5	1,1

CP = Corpos de Prova

M = Média

DP = Desvio Padrão

CV% = Coeficiente de Variação



A N E X O I I

## A N E X O II

### BASE TEÓRICA DA AMOSTRA

O fenômeno que se procura avaliar e qualificar demonstra, por sua própria natureza, as características do universo dos valores que o quantificam. Teoricamente, é possível determinar-se um número infinito de medições em igual número de corpos de prova, o que equivale a dizer que o conjunto de valores a serem observados constituiu-se em um universo de dimensão infinita.

Por outro lado, admitindo-se (e não há razão para que se suponha o contrário) que as medições a serem efetivadas variam entre seus valores extremos (a, b) e, tendam a um valor intermediário entre aqueles, considerou-se o universo como sendo normalmente distribuído. Por consequência também o é a amostra, desde que dimensionada em tamanho apropriado e selecionada aleatoriamente.

A aleatoriedade da seleção está caracterizada pelo processo de obtenção dos objetivos estudados e pela técnica aplicada à determinação das medidas.

Estabelecidas as considerações acima apresentadas e sendo:

$N$  = dimensão do universo

$\mu$  = média do universo

$\sigma$  = desvio padrão do universo

$n$  = dimensão da amostra

$\bar{x}$  = média da amostra

$s$  = desvio padrão da amostra

$\lambda$  = nível de significância

$t_{\alpha}$  = coeficiente de confiança

$CV$  = coeficiente de variação

$d_e$  = precisão relativa

A expressão que define a dimensão da amostra pode ser expressa na forma:

$$n = \frac{N * t^2 * CV^2}{N * d^2 + t_{\alpha}^2 * CV^2}$$

Onde:

$$d_{\epsilon} = \frac{|\mu - \bar{x}|}{\bar{x}} \quad \text{e} \quad CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Fazendo  $\lim n$ , tem-se:

$$N \rightarrow \infty$$

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{d^2},$$

sendo, a grosso modo, uma aproximação da formulação acima a equação:

$$n = \frac{t^2 * (S/\bar{x})^2}{d^2}$$

Considerando-se CV máximo igual 25%,  $\alpha = 5\%$  e  $d_{\epsilon} = 10\%$ , obtem-se  $n = 24$ . Como o maior valor de CV, a nível de valor observado nas amostras, foi de 18,6% (Tabela VI) e estando " $\alpha$ " e " $d_{\epsilon}$ " em proporções aceitáveis, pode-se considerar satisfatório o tamanho das amostras com  $n = 30$ .

Hã que se observar a exta conceituação dos parâmetros  $\alpha$ ,  $t_{\alpha}$  e  $d_{\epsilon}$ . Assim, define-se por:

$\lambda$  = É o risco assumido de que uma amostra selecionada, de dimensão " n ", não satisfaça às condições pré-estabelecidas.

Genericamente, é qualquer margem de erro que se está disposto a assumir.

$t_{\alpha}$  = Sendo normal  $N(\bar{x}, S)$  a distribuição da amostra, é o valor da abscissa estabelecida por " $\alpha$ ".

$d_e$  = É a diferença, em percentagem, admitida (ou considerada máxima) entre a média do universo ( $\mu$ ) e a média da amostra ( $\bar{x}$ ).